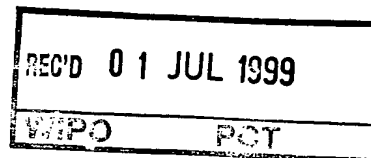


EP 99/12725



**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Bescheinigung**

EDU

Die Carl Baasel Lasertechnik GmbH in Starnberg/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Resonatoranordnung für Festkörperlaser (Sweet Spot, Resonator II)"

am 10. Juni 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole H 01 S und B 23 K der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 26. Mai 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Keller

Aktenzeichen: 198 25 827.5

## Resonatoranordnung für Festkörperlaser (Sweet Spot, Resonator II)

### Technisches Gebiet und Stand der Technik

In den letzten Jahren haben vermehrt Nd:YAG Schweißlaser Einzug in den Schmuck- und Dentaltechnikbereich gehalten. Mit diesen sogenannten Handschweißlasern können präzise Punkt- und Nahtschweißungen im Sub-Millimeter Bereich durchgeführt werden. Neben dem Vorteil der lotfreien Verbindungen ist vor allem die thermische Schonung im Vergleich zur bisherigen Flammentechnik hervorzuheben. Alle marktüblichen Geräte haben einen typischen Aufbau, wie er in Abb. 1 dargestellt ist. Die dabei verwendeten üblichen „klassischen“ Resonatoren sind zumeist so aufgebaut, wie in Abb. 1a zu erkennen, mit einem planen Auskoppelspiegel und einem konkaven Rückspiegel. Der Laserstab sitzt ungefähr in der Mitte zwischen den Spiegeln.

Alle Geräte haben mit dem Problem der „thermischen Linse“ des Nd:YAG-Stabes und dem damit verbundenen „Erstpulsverhalten“ zu kämpfen. Dieses Problem läßt sich auf die sogenannte thermische Linse im Nd:YAG-Stab zurückführen. Durch das Pumpen über eine Blitzlampe und die Wasserkühlung stellt sich im Nd:YAG-Stab ein radiales Temperaturprofil ein, welches sich über die charakteristische Materialkonstante  $dn/dT$  in ein Brechungsindexprofil und somit in eine Linsenwirkung transformiert. Abhängig von der bereits eingestrahlten Pumpenergie bzw. der Kühlung durch das Kühlwasser ist diese Linsenwirkung von der Pumpleistung abhängig. Durch diese Linsenwirkung wird sowohl die Strahlqualität und somit die Spotgröße in der Bearbeitungsebene als auch (geringfügiger) die Pulsenergie beeinflusst. Für den Benutzer, dessen relevante Größe die Energiedichte, also die Pulsenergie

dividiert durch die Spotgröße ist, stellt sich dieses Phänomen je nach Schweißvorgeschichte in stark varrierenden Schweißergebnissen dar.

Eine Möglichkeit, dieses Problem zu umgehen, besteht darin, den Laserstrahl durch eine hinreichend lange Glasfaser zu übertragen. Da die Glasfaser den Durchmesser des Strahls nicht konserviert, hat der ausgekoppelte Strahl in der Regel einen konstanten Durchmesser und eine nahezu konstante Divergenz. Allerdings wird durch diese Methode die Strahlqualität derart verschlechtert, daß die Fokussiereinheit entsprechend angepaßt werden muß und dadurch die sogenannte „Gutmütigkeit“ des Schweißprozesses leidet, weil die Schärfentiefe in der Bearbeitungsebene geringer wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, eine stärkere Aufweitung vor dem Strahlteiler einzusetzen und außerhalb des Fokusbereichs in der Nähe der gleich groß bleibenden Abbildung der Staboberfläche zu arbeiten. Dadurch reduziert sich ebenfalls das Erstpulsverhalten. Allerdings verschlechtert sich gleichzeitig wieder die „Gutmütigkeit“ (Schärfentiefe des Laserfokussystems in der Bearbeitungsebene).

#### Darstellung der Erfindung

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Fig. 1 ein spezieller Resonatortyp vorgestellt, der bei der oben angesprochenen Laserklasse das Erstpulsverhalten bis unter die Nachweisgrenze des Benutzers reduziert und gleichzeitig die Gutmütigkeit, d.h. die Schärfentiefe des Lasers beibehält.

Ein erster Typ des neuen "sweet spot" Resonators ist in der deutschen Patentanmeldung 198 17 848.4 der Anmelderin beschrieben. Dieser neue „sweet spot“ Resonator (siehe Fig. 1b) ist

extrem unsymmetrisch. Das eine Stabende ist teilverspiegelt und plan und dient als Auskoppelspiegel. Das andere Stabende ist konvex gekrümmt und dient als Sammellinse im Resonator. Der Rückspiegel ist konvex gekrümmt. Diese spezielle Anordnung der Komponenten führt bei entsprechender Auslegung der Resonatorlänge und der jeweiligen Krümmungsradien zu einem Resonator, der bei kurzer Baulänge einen kleinen Fokus erzeugt, welcher nahezu unabhängig von der Frequenz bzw. Pumpleistung ist. Eine mögliche Auslegung der Komponenten sieht dabei wie folgt aus:

Resonatorlänge: 290 mm

Krümmungsradius Rückspiegel: 0.1 m cvx

Krümmungsradius Nd:YAG Stab: 0.22 m cvx

Länge des Nd:YAG Stabes: 90 mm

Das hervorzuhebende Merkmal ist, daß unter Verwendung von zwei konvex gekrümmten Radien (Rückspiegel & Stab) die Resonatorlänge bei den verwendeten Pumpleistungen auf einen Wert, der erheblich unter 500 mm liegt, reduziert werden kann.

In der neuen Variante gemäß der vorliegenden Patentanmeldung ist der erfindungsgemäße "sweet spot" Resonator II so ausgestaltet (Fig. 1c), daß der Laserstab auf seiner dem konvex gekrümmten Rückspiegel zugewandten Seite plan ausgebildet ist und statt dessen auf der gegenüberliegenden Seite, also der Auskoppelseite, konvex gekrümmt und teilverspiegelt ist. Diese Ausgestaltung hat dieselben Vorteile wie der "sweet spot" Resonator I, der in Fig. 1b dargestellt ist. Bei entsprechender Auslegung der Resonatorlänge und der jeweiligen Krümmungsradien führt auch diese spezielle Anordnung der Komponenten zu einem Resonator, der bei kurzer Baulänge einen kleinen Fokus erzeugt, welcher nahezu unabhängig von der Frequenz bzw. Pumpleistung ist.

Anzumerken ist, daß die Pulsenergie ebenfalls nahezu unabhängig von der Vorgeschichte der Pumpleistung ist. Damit bleiben sowohl der Fokusbereich als auch die Energiedichte konstant, was für den Anwender von zentralem Interesse ist.

Das bevorzugte Anwendungsgebiet der Erfindung sind Nd:YAG Schweißlaser mit einer Resonatorlänge kleiner 500 mm sowie einer maximalen Pumpdurchschnittsleistung bis 2 kW (entspricht etwa 60 W mittlerer Laserleistung).

## Resonatoranordnung für Festkörperlaser (Sweet Spot Resonator II)

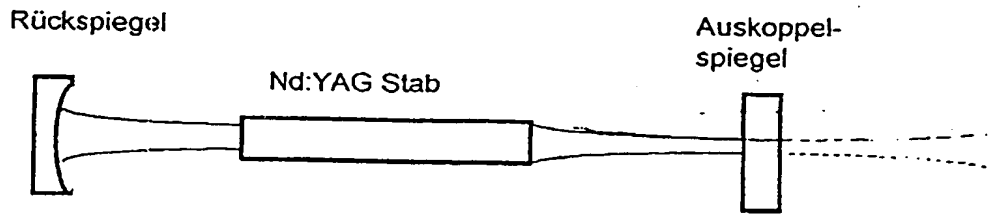
### Patentansprüche

1. Resonatoranordnung für Festkörperlaser, die eine thermisch induzierte Linsenwirkung zeigen, mit einem Laserstab, einem Rückspiegel und einem teilreflektierendem Auskoppelspiegel, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rückspiegel konvex gekrümmt ist, daß das dem Rückspiegel zugewandte Ende des Laserstabs plan ist, daß das andere Ende des Laserstabs konvex gekrümmt ist, und daß der Auskoppelspiegel von dem anderen Ende des Laserstabs gebildet wird, wozu dieses Ende teilverspiegelt ist.

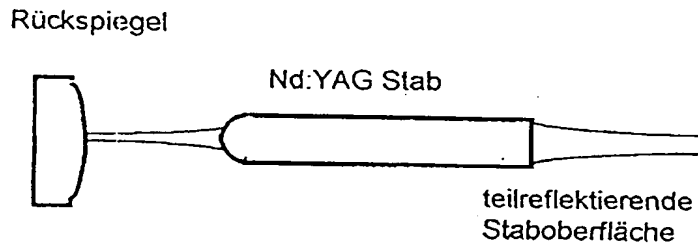
2. Resonatoranordnung gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rückspiegel konvex gekrümmt ist, daß das dem Rückspiegel zugewandte Ende des Laserstabs plan ist, daß das andere Ende des Laserstabs konvex gekrümmt ist, und daß der Auskoppelspiegel in unmittelbarer Nähe zum Laserstabende angeordnet ist, vorzugsweise in einem Abstand von weniger als etwa 10 mm.

3. Resonatoranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß es sich bei dem Laserstab um einen Nd:YAG-, Er:YAG-, Ho:YAG-, Nd:Glas-Stab handelt.

a.) „Klassischer“ Resonator gemäß dem Stand der Technik



b.) Erfindungsgemäßer „Sweet Spot“ Resonator I.



c.) „Sweet Spot“ Resonator II

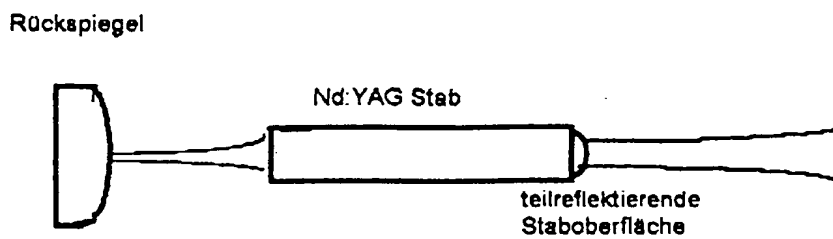


Fig. 1

THIS PAGE BLANK (USPTO)